

Információátadás a népzeneben

Bartók „A magyar népdal” című művében a népzene változatokra, rokon dallamokra épülő rendszerét az élővilághoz hasonlítja, megállapítva, hogy mindkét struktúrát „önkéntelenül működő természeti erők” alakítják. (1) Bartók a népzeneben ható „természeti erőt” annak változatképző alkotó módszerében látja – az állandó variálást tekinti meghatározónak az egymásból elágazó, egymással bonyolult módon mégis összekapcsolódó dallamcsoportok kialakulásában.

Ez az analógia magától értetődő egyszerűséggel magyarázza meg, miért épp olyan a népzene struktúrája, amilyennek a kutatás egy évszázada alatt megismerük. (2; 11; 13) Ugyanakkor fel is vet egy további kérdést – magyarázható-e a népzene változatképző természetével annak bámulatos emlékezete, információ-örökítő képessége is, vagy ellenkezőleg, a variálás inkább elmosza az írásban sohasem rögzített zenei alapüzeneteket?

Tény, hogy régi ereszkedő, ötfokú dallamainkat Keletről hoztuk magunkkal és tartottuk fent mindmáig, anélkül, hogy bárki leköttáztta volna őket történelmünk során. (9) Ugyanakkor a ma is élő hagyományos népzeneiséket figyelve megállapítható, hogy még egy órán belül sem szoktak hangról hangra reprodukálni dallamokat – hát még évezredekken keresztül. Hogyan lehetséges mégis a csoda, az évezredekken átívelő emlékezet csodája népzeneinkben – ezt a kérdést csak úgy lehetne megválaszolni, ha ilyen hosszú ideig figyeltük, rögzítettük volna a népzene alakulását, méghozzá a zenetudomány mai eszközeivel és alaposságával. Munkám célja éppen az, hogy számítógépen modellezsem azokat a zenei folyamatokat, amelyek a valóságban évszázadok során mehetnek csak végbe, és így keressek magyarázatot a variáció és a hosszú távú emlékezet kapcsolatára.

A modell alapötlete egy nagyszerű nórádi pásztorzenésszel, a 81 éves *Pál István*nal való kapcsolatomban során született. Tanúja lehettem ugyanis, hogyan idézett fel *Pál István* egy régi dallamot, me-

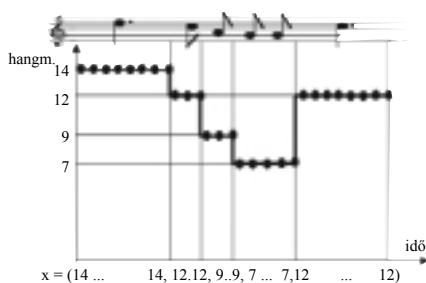
lyet 40 éve ismert meg, aztán évtizedekre el is felejtett. A felidézés folyamata hetekig-hónapokig tartott, és egyre-másra felbukkanó változatokat eredményezett. A négysoros dallam változatait külön-külön soronként megvizsgálva kiderült, hogy a sorváltozatok között számos olyan található, amely hangról hangra előfordul *Pál István* más nótáiban is. Ezeknek az emlékezetében aktívan élő – szintén négysoros – dallamoknak azonban megintcsak több sorváltozata van, és ezek további dallamok sorainak bizonyos változataival közösek... A közös sorváltozatok módszeres feltérképezésével végül egy 16 dallamból álló nagycsaládhoz jutottam, melynek tagjai legalább egy közös sorváltozatuk okán vannak közvetlen kapcsolatban egymással. A 16 dallam között természetesen sok csak közvetve kapcsolódik egymáshoz, mégis egy hálózatot alkotnak. (5) A példa jól mutatja a variálás szerepét a felidezésben – *Pál István* ugyanis lényegében az emlékezetében élő aktív dallamok variánsaként kereste az elfelejtett nótát. A siker kulcsa pedig az, hogy az elfelejtett dalhoz kapcsolódó zenei információ jelentős része valóban megmaradt az aktív dallamok variánsai között. A felidezés e részinformációk újraegyesítését jelentette.

A példaként említett felidező aktust a népzene alapjelenségének tekintve feltelemezhetjük, hogy a szájhagyományra épülő kultúra valóban éppen a dallamok variálása révén, rokon-dallamok hálózatában elosztva továbbítja alapüzeneteit. Ahhoz, hogy ezt a jelenséget modellezzük, és a modellen igazoljuk, hogy a fenti példa

valóban általánosítható, először is ki kellett dolgozni egy olyan matematikai módszert, amellyel a lekottázott dallamok számsorokká alakíthatók. Ezután ki kellett dolgozni egy olyan algoritmust, mely számszerűen jellemzi két tetszőleges dallam rokonsági fokát. Harmadik lépésként definiálni kellett azokat a szabályokat, amelyek a számítógépes szimulációban az imént ismertetett variáló-felidéző aktust modellezzik. Csak ezután következhetett a tényleges szimuláció, az élet-játék, amely megvilágította a népzene tényleges életének számos sajátosságát.

Dallamok mint pontok a sokdimenziós zenei térben

A dallamokat tekinthetjük egy számokkal egyértelműen jellemezhető mennyiség – a hangmagasság – időbeli változásaként. Az 1. ábrán látható dallamhoz például az alatta lévő időfüggvényt szerkeszthetjük meg, ha a C hanghoz a 0-t, ettől felfelé haladva pedig félhangonként eggyel növekvő egész számot rendelünk. Az így kapott



1. ábra. Sokdimenziós vektor (x) származtatása kottából. A hangmagasság-idő függvényt, a vastag vonal, a mintavételezést a pontok jelölik.

hangmagasság-értékeket azután a ritmus adta idő-beosztással ábrázoljuk, így megkapjuk az adott dallamot egyértelműen leíró hangmagasság-idő függvényt. A dallam vagy dallamrész teljes idő-tartományát ezután D egyenlő részre osztva egy D elemű számsort kapunk, amelyet egy D dimenziós euklidészi térben úgy ábrázolhatnánk, hogy az első koordináta tengelyre az első mintavételi pillanatban felvett

hangmagasságot vinnénk fel, a másodikra a másodikat, és így tovább, egészen D -ig. Végeredményben tehát koordinátaival megszerkesztenénk az adott dallamnak megfelelő pont helyét a D dimenziós zenei térben. A dallamokat hosszuktól függetlenül mindig ugyanannyi – D – részre bontva minden dallam ugyanannak az D dimenziós zenei térnek egy pontjaként képzelhető el. A dallamok eltérését ezután elvben jellemzhetnénk a nekik megfelelő D dimenziós pontok távolságával. Ez azonban nem jellemezné kellő pontossággal a valós zenei viszonyokat, ezért a zenei eltérés pontosabb jellemzésére két módszert is kidolgoztam. Az egyik módszer a dinamikus idővetemítés elvét alkalmazza (3; 12; 6), a másik pedig a dallamoknak megfelelő ponthalmaz főtengeley-analízisét végzi el, és a zenei eltérést a jellemző főtengelek redukált terében mért euklidészi távolsággal jellemzi. (4; 10) Az első módszer működését az Olvasó maga is tanulmányozhatja, mert az Interneten elérhető, a magyar népzénét bemutató program dallam-kereső algoritmusának alapján készült. Ebben a tanulmányban azonban a zenei távolságot a második módszer szerint, a legfontosabb főtengelek koordináta-rendszerében mért euklidészi távolságként definiáljuk. A számítást a terjedelem korlátai miatt nem részletezem, csupán annyit jegyzek meg, hogy az Olvasó nyugodtan tekintheti például az n -edik és m -edik dallam $d_{n,m}$ „zenei távolságát” a megfelelő D dimenziós pontok jól ismert euklidészi távolságának. A lényeg az, hogy két adott dallam (például az m -edik és j -edik) zenei eltérését végül is egy skálár számmal, $d_{n,m}$ -mel jellemezzük.

Ezek után megkereshetjük bármely dallam rokonságát – azokat a dallamokat, amelyek zenei távolsága a kiválasztottól kisebb egy előre megadott kritikus értéknél. A kritikus távolság megválasztása történhet empirikus vagy algoritmikus úton. A részleteket ezúttal is mellőzöm, de a 2. ábrán bemutatok rokon-féldallamoknak egy sorát, melyet a zenei távolságot mérő algoritmus mutatott ki. A zenei rokonság mindig csak szomszédos dallamok



2/a ábra. Lá-pentaton keservestől induló és dúr táncdallamban végződő rokonsági lánc. A szomszédos dallamokat a kereső algoritmus rokonnak találta, de a lánc két vége zeneileg már igen távol áll egymástól. A keresés csak a kottán látható első féldallamok között történt.

között értendő, a sor elejét és végét összevetve viszont láthatjuk, hogy igen távoli dallamok is állhatnak közvetett kapcsolatban, rokon-dallamok láncán át.

Az 1. ábrán ismertetett módon 704 gyimesi dallamot vittem számítógépre, a megfelelő pontokkal benépesítve a $D = 120$ dimenziós zenei teret. A tapasztalat azt mutatta ugyanis, hogy a dallamsorokat 30, a sorpárokat (féldallamokat) 60, a teljes dallamokat pedig 120 ponton mintavételezve a számszerűsítés már pontosan ábrázolja minden dallam lényeges mozgásait. A gyimesi népzeneire azért esett a választásom, mert ez a kelet-erdélyi magyar népcsoport igen régies és ma is élő népzenet őriz, továbbá mert sok dallamuk kottája jelent meg már különböző könyvekben, valamint mert magam is sokat gyűjtöttem azon a vidéken, így a publikált dallamokat egész sor további változattal, illetve dallammal egészíthettem ki. (7;8)

A sokdimenziós teret tetszőleges kétdimenziós síkra vetíthetjük. A megfelelő – legtöbb információt hordozó – sík kiválasztásában segít a főtengety-analízis, mellyel például az adott pontthalmaz – dallamrendszer – legnagyobb kiterjedésű vetületét is megjeleníthetjük. A 3. ábrán az első féldallamok (sorpárok) vetületét láthatjuk. A zenei rokonság és a térbeli hely-



2/b ábra. A 2/a. ábra első féldallamaihoz tartozó második féldallamok. A rokonságok itt már nem szükségszerűek, bár pl. az első és második sorok közt nyilvánvalóan fentállnak.

zet kapcsolatára utal az a jelenség, hogy a háromszögekkel ábrázolt, kupolás-visszatérő szerkezetű újstílusú dallamok jól elkülönülnek a körökkel ábrázolt régebbi, zömmel ereszkedő dallamoktól. A rokon dallamokat az ábrán páronként vonalak kötik össze, így dallam-térképünkön megjelennek a rokonsági struktúrák vagy „csillagképek”. A csillagképek a D dimenzióról 2-re vetítés miatti információ-vesztés következtében néhol átlapolódnak az ábrán, de az algoritmus biztonsággal határozza meg számukat egy-egy pontrendszerben. A teljes dallamok, féldallamok, illetve dallamsorok csillagképei a következőképpen alakulnak:

Teljes dallamok 4 csillagkép, 177, 25, 6, 6 taggal.

1. féldallam 9 csillagkép, 119, 40, 32, 15, 11, 8, 7, 7, 6 taggal.

2. féldallam 2 csillagkép, 195, 23 taggal.

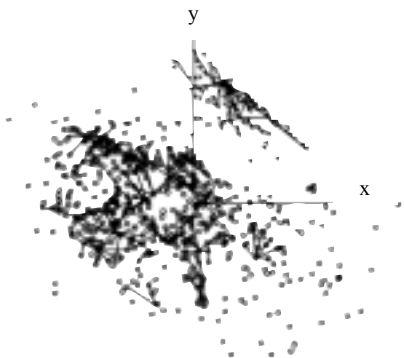
1. sorok 11 csillagkép 84, 71, 20, 19, 18, 17, 9, 8, 6, 6, 6, 6 taggal.

2. sorok 7 csillagkép 112, 76, 10, 9, 6, 6, 6 taggal.

3. sorok 5 csillagkép 213, 22, 7, 7, 7 taggal.

4. sorok 5 csillagkép 217, 9, 8, 7, 6 taggal.

Az eredmények szerint a dallamok első részére a nagyobb tagoltság jellemző, míg



3. ábra. Az első féldallamokat ábrázoló dallam-térkép. A vonalakkal összekötött pontok rokon dallamokat ábrázolnak. A vonalak ugyanakkor kirajzolják az egész zenei rendszer szerkezetét. A háromszögekkel jelölt újstilusú dallamok jól láthatóan külön galaxist alkotnak a zenei univerzumban.

a második féldallamok nagyobb, összefüggő csillagképekbe rendeződnek.

A népzene életének szimulációja

A bevezetőben ismertetett dallam-felidézést egyszerűen modellezhetjük számítógépen, mint két ellentétes erő – felejtés és variálás – harcát. A szimuláció során az N elemű dallamkészlet (esetünkben $N = 704$) minden tagja lehet élő, illetve elfelejtett állapotban. A dallam-rendszer állapotát az N elemű s állapot-vektorral jellemezzük, melynek elemei – az állapot-változók – az 1, illetve 0 értéket veszik fel, aszerint, hogy a megfelelő dallam éppen élő vagy elfelejtett állapotban van-e.

$$s = [s_1, s_s \dots s_N] \quad (1)$$

A szimulációs ciklus első lépése a felejtés-kísérlet – az s állapot-vektor minden eleme valamilyen előre megadott p valószínűséggel veheti fel az 1 értéket, $1-p$ valószínűséggel pedig a 0-t. A program tehát minden egyes dallamot p valószínűséggel tart meg emlékezetében, és $1-p$ valószínűséggel felejt el.

A szimulációs ciklusban ezután a felidézés-kísérlet következik – az s állapot-vektor 0 értékű elemei valamilyen valószínűséggel újra felvehetik az 1 értéket. Ez a

valószínűség azonban már minden dallamra más és más, a dallam-rendszer pillanatnyi állapotától (az s vektor elemeinek pillanatnyi értékétől) függően.

Az úgynevezett felidézési valószínűséget a zenei eltérést jellemző távolság-adatokat felhasználva definiálhatjuk. Tegyük fel, hogy az i -edik dallam éppen elfelejtett állapotban van – ekkor annak valószínűsége, hogy dallamunk valamely éppen élő állapotban lévő j -edik dallam variánsaként idéződik fel, legyen

$$q_{ij} = \exp(-\alpha \cdot d_{ij}) \quad (2)$$

Ez a valószínűség egyhez tart, ha a felidézendő i -edik és a felidéző j -edik dallam d_{ij} távolsága kicsi, tehát zeneileg rokonok, viszont 0-hoz tart, ha d_{ij} nagy, vagyis nincs köztük zenei kapcsolat. Azt, hogy q_{ij} milyen érzékeny a d_{ij} távolságra, az $\alpha > 0$ paraméter határozza meg.

A teljes felidézési kísérlet mármint azt jelenti, hogy az elfelejtett i -edik dallamot minden egyes élő dallam megkísérli felidézni, a kapcsolatuk szorosságára jellemző q_{ij} valószínűséggel. Sikeres a kísérlet – vagyis az állapot-vektor i -edik eleme az 1 értéket kapja –, ha a sok elemi kísérlet közül legalább egy, de akár egyszerre több is sikeres. A q_{ij} elemi valószínűségek ismeretében meghatározhatjuk a teljes felidézési kísérlet sikerének a valószínűségét: annak valószínűsége, hogy az i -edik, elfelejtett dallamot valamelyik – vagyis legalább egy – élő állapotban lévő dallam felidézi, mint önmaga variánsát,

$$q_i = 1 - \prod_{j=1}^N (1 - q_{i,j} s_j) \quad (3)$$

Minden elfelejtett dallamhoz megadhatjuk tehát azt a valószínűséget, amellyel az éppen élő állapotban lévő dallamok teljes rendszere képes felidézni azt. Ez a valószínűség annál nagyobb, minél több és minél közelebbi rokona van a felidézendő dallamnak élő állapotban. Magányos, rokontalan dallamok felidezésére ellenben nagyon kicsi az esély. A (3) képletben de-

finiált valószínűségek tehát valóban alkalmasak a bevezetőben tárgyalt felédézési aktus általánosítására. Mindehhez az utat a zenei rokonság számszerű jellemzése nyitotta meg a zenei távolság fogalmának bevezetésével.

Az eddigiek alapján a népzene életét szimuláló játék egy ciklusa a következő lépésekből épül fel:

- A program minden dallamot megkísérrel elfelejteni: $1-p$ valószínűséggel 0-t ír az s állapot-vektor megfelelő helyére.

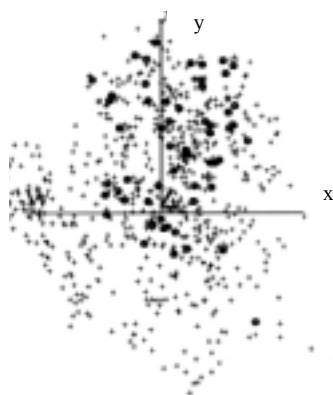
- Ezután kiszámítja az elfelejtett dallamok felédézési valószínűségeit a 3. képlet szerint.

- Végül megkísérli felédézni az elfelej-

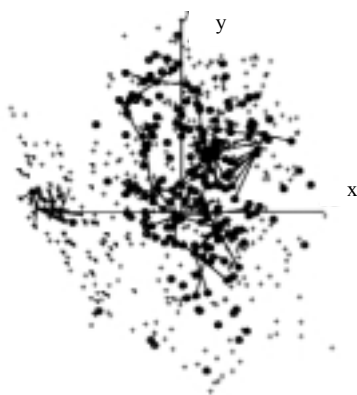
tett dallamokat, a rájuk jellemző q_i valószínűségekkel. Sikeres kísérlet esetén az s állapot-vektor megfelelő eleme megint az 1 értéket veszi fel – ellenkező esetben 0 marad.

- A ciklust megismételjük.

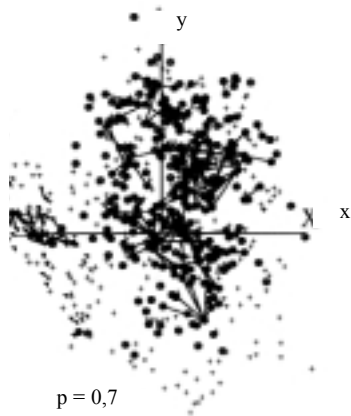
A modellben vadonatúj dallam „kitalálása” kizárt. Technikailag semmi akadálya sem lenne, hogy véletlenül kiválasztott helyzetű D dimenziós pontok megjelenésével modellezzük új dallamok születését, de ekkor fel kellene tenni azt a kérdést, hogy vajon miért nincs meg az új pontnak megfelelő dallam a tényleges gyimesi repertoárban. Tovább lépve – egyáltalán melyik hang-sorozatot tekintik dallamnak



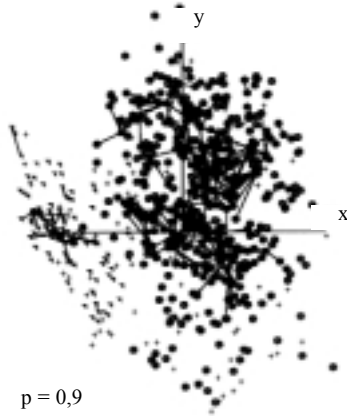
$p = 0,3$



$p = 0,5$



$p = 0,7$



$p = 0,9$

4. ábra. A teljes dallamokat ábrázoló pontrendszer négy különböző emlékezési valószínűsége (pillanatfelvételek). A pontok az élő, a keresztek az elfelejtett dallamokat jelölik. A rokonsági struktúra $p=0,5$ -nél alakul ki, aztán már csak újabb pontokkal gazdagodik.

Gyimesben, és melyiket értelmetlen zagyaságnak? Ahelyett, hogy ezeket a nagyönis messzire vivő problémákat feszegetnénk, inkább a rendelkezésünkre álló tényleges dallam-készletet értelmezzük úgy, hogy az abban meglévő dallamok és változataik többé-kevésbé teljesen lefedik a gyimesi zenei gondolkodásban rejlő lehetőségeket. (Ez a dallam-készlet ugyanis sok embertől származik, de egyikük fejében sincs meg teljes egészében.) Amikor tehát a szimuláció során az éppen élő dallamok csoportja valamelyik elfelejtéssel bővül, voltaképpen „új” dallam, vagy variáns „születik” – a pillanatnyilag élő zenei rendszer szempontjából.

Eredmények

Az előző fejezetben ismertett élet-játékot arra használtam, hogy megvizsgáljam az élő dallamok átlagos számát, egymás közti kapcsolatait, valamint várható élet-tartamát a emlékezési valószínűség különböző értékei mellett. Nyilvánvaló ugyanis, hogy az élet-játékban a népzenei rendszer valamilyen optimumra törekszik – a rokontalan dallamokat nem tudja megvédeni a felejtéstől, mert ezek felidézési valószínűsége kicsi, viszont azoknak a dallamoknak, amelyek valamilyen rokonsági-nagycsaládi rendszerbe szerveződnek, a felidéző-mechanizmus jó esélyt ad a hosszútávú fennmaradásra. A 4. ábrán a teljes dallamoknak megfelelő pontrendszerrel készült négy jellegzetes „pillanatsfelvételt” láthatunk, négy különböző emlékezés-
valószínűségnél.

Az élő dallamoknak megfelelő pontok $p = 0,3$ -nál még véletlenszerűen tűnnek fel és enyésznek el. Az összekötő vonalak teljes hiánya azt mutatja, hogy ilyen gyenge „emlékezőtehetség” mellett még semmi esély sincs rokon-dallamok egyidejű megjelenésére. A kép a modern város zenei életére emlékeztet – dallamok ugyan vannak, de nem állnak össze egymást értelmező rendszerre, ezért feltűnésük-eltűnésük esetleges.

A helyzet $p = 0,5$ -nél változik meg számottevően. Ekkor tűnnek fel ugyanis az

ábrán is látható, rokon-dallamokból épülő struktúrák, és ezek p nagyobb értékei mellett sem változnak már számottevően, csak a bennük foglalt élő dallamok száma növekszik. Ez pedig az élő népzene állapota utal – az egymást értelmező, rokonsági rendszerekbe szerveződő dallamok képesek a pillanatnyilag feledésbe merültek felidezésére, a bevezetőben bemutatott variáló-felidéző módszert követve-szimulálva.

Hogy pontosan mit is jelent az ábrán látható rokonsági hálózatok kialakulása és fejlődése a népzene életében, világosabbá tehetjük néhány, a teljes rendszer állapota jellemező mennyiség és az emlékezési valószínűség közötti összefüggés vizsgálatával. Ennek érdekében a szimulációt 64000 lépésben futtattam, és közben a p emlékezés-
valószínűséget lassan 0,05-től 1-ig változtattam. A szimuláció során a következő mennyiségek alakulását vizsgáltam:

– Az élő állapotban lévő dallamok számát.

– Az élő dallamok között elkülöníthetők azok, amelyek élő rokonsággal is rendelkeznek, vagyis amelyek egy élő dallamokból álló csillagkép tagjai. Az így kirajzoló csillagképek tagjait összeszámolva vizsgáltam a rokonsággal rendelkező élő dallamok – csillagkép-tagok – számának alakulását is.

– Ha egy dallamot sok cikluson át figyelünk, megvizsgálhatjuk, hogy milyen biztonsággal van jelen a zenei rendszerben. Így összeszámolhatjuk azokat a dallamokat, amelyek K esetből $T < K$ -szor élő állapotban voltak (például $K = 100$ esetből $T = 90$ -szor), és ezeket tekinthetjük a tartósan élő dallamoknak. A T/K kifejezést pedig tekintsük az adott dallam várható élettartamának. Maximális értékét, 1-et akkor veszi fel, ha az adott dallam mindig élő állapotban van, bármikor nézünk is rá, minimumát pedig akkor, ha minden ránézéskor elfelejtett állapotban találjuk.

– Kiszámíthatjuk azonban bármely dallam várható élettartamát mérés nélkül, pusztán az emlékezési és felidézési valószínűségekből is. Az i -edik dallam r_i élet-

valószínűsége ugyanis az emlékezetből vagy a felidézésből adódik, vagyis

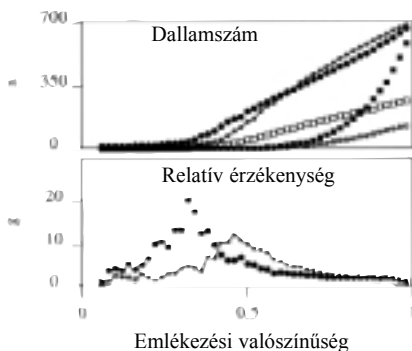
$$r_i = p + q_i - pq_i \quad (4)$$

A fenti élet-valószínűség ismeretében meghatározható a T/K „élettartamú” dallamok száma:

$$m(T/K) = \frac{K!}{T!} \frac{K!}{K!} \frac{N}{T!} r_i^T 1 r_i^{K-T} \quad (5)$$

A várható élettartam eloszlásának $m(T/K)$ sűrűségfüggvénye megmutatja a hosszú élettartamú dallamok megjelenését és arányát különböző emlékezési valószínűségeken.

Az élet-játékot elvben bármilyen D dimenziós térbeli pontthalmazon futtathatjuk. A tényleges népzenei rendszer sajátosságaira éppen úgy deríthetünk fényt, hogy véletlen pontthalmazon is elvégezzük a szimulációt, és vizsgáljuk a kétféle rendszer viselkedésében mutatkozó különbségeket. A zenei teret ezért tényleges dallamok helyett bizonyos esetekben egyenletes eloszlású véletlen pontokkal töltöttem fel, úgy, hogy a véletlen halmaz statisztikai tulajdonságai – a pontok koordinátáinak szórás-viszonyai a főtengelyek mentén és a köztük mérhető átlagos távolság –



5. ábra. A dallamszámok és a relatív érzékenység függése az emlékezési valószínűségtől. A nagy jelek a tényleges zenei rendszert, a kicsik a véletlen pontthalmazt jelölik. Ezen belül a körök a teljes élő dallamszámot, a négyzetek pedig a csillagkép-tagok számát mutatják. A nagy fekete négyzetek a hosszú távú fennmaradó dallamok számát mutatják a tényleges zenei rendszerben.

azonosak legyenek az eredeti zenei rendszerével.

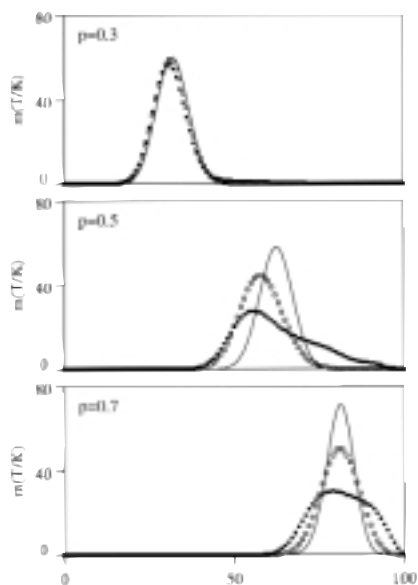
A kétféle rendszerben mért dallam-szám-adatok láthatók az 5. ábrán, az emlékezési valószínűség függvényében. A zenei rendszer dallam-száma alig emelkedik $p = 0,05$ és $p = 0,3$ között, tehát a 3. ábra első állapotának megfelelő emlékezési valószínűségig. Efölött azonban a dallam-szám-növekedés üteme hirtelen megnő és nagyjából lineárisan emelkedik a biztos emlékezést jelentő $N = 704$ -es számig. A csillagkép-tagok száma, megint csak a 3. ábrával jó egyezésben, $p = 0,5$ fölött mutatja meg a rendszer állapot-változását, a csillagkép-struktúrák stabil kialakulását és gyors növekedését. A tartósan élő dallamok száma $p = 0,6$ fölött, a csillagképek stabilizálódása után kezd el exponenciálisan növekedni.

Ugyanezek a jelenségek a véletlen pontrendszerben is kimutathatók, csakhogy ott az átmeneti valószínűségek lényegesen magasabbak a zenei rendszerhez képest, míg a csillagkép-tagok száma még amannak felét sem éri el. Az átmenetek pontos kimutatására meghatároztam a zenei, illetve a véletlen rendszer dallamszámának relatív érzékenységét az emlékezési valószínűsége:

$$g = \frac{1}{n} \frac{p}{p} \quad (6)$$

Az ábrán a $g(p)$ görbék jól mutatják, hogy a véletlen rendszerben a strukturált állapotba való átmenet valóban jóval nagyobb emlékezési valószínűségen következik be, mint a zenei rendszerben.

Létezhetnek-e hosszú ideig is fennmaradó dallamok a felejtés és a variálva felidézés harcában, vagy ez a modell nem képes magyarázni a népzene erős emlékezetét? Ez a kérdés, melyet a bevezetőben alapkérdésként vetettünk fel, az 5. képletben megadott élettartam-eloszlás vizsgálatával dönthető el. A 6. ábrán az élettartam-sűrűségfüggvények láthatók, a 4. ábra $p = 0,3$ -hoz, $p = 0,5$ -höz és $p = 0,7$ -hez tartozó pillanatfelvételein megörökített állapotokban.



6. ábra. A várható élettartamok eloszlásának sűrűség-függvényei. A fekete négyzetek a valós zenei rendszer élettartam-eloszlását ábrázolják, a 4. ábrán látható pillanatfelvételeknek megfelelő helyzetekben.

A folytonos vonal a tényleges zenei rendszeren számított eloszlást mutatja, ha a felidézés azonos valószínűséggel történhet minden dallamra. Az üres négyzetek a rokonsági elven felidéző véletlen pontthalmaz élettartam-eloszlását mutatják. A három görbét összevetve nyilvánvaló, hogy a rokonsági elven felidéző zenei rendszer emlékezőtehetsége messze meghaladja a másik kettőét.

Az ábrák a zenei és a véletlen rendszerek sűrűség-függvényein kívül még egy görbét tartalmaznak. Ez úgy készült, hogy a zenei rendszerben a zenei rokonságon alapuló felidézés helyett minden dallamra azonos felidézési valószínűséget tételeztünk fel. Ennek értéke a megfelelő q_i (3. képlet) valószínűségek átlaga volt mindhárom esetben. Az ábrán jól látható, hogy a $p = 0,3$ -hoz tartozó, tehát még struktúrálatlan állapotban mindhárom rendszer élettartam-eloszlását közel azonos Gauss-görbék írják le. Hosszú távon fennmaradó dallamnak pedig nyoma sincsen.

A helyzet $p = 0,5$ -nél változik meg. A tényleges gyimesi dallamokat tartalmazó és a variálásnak rokonságokra alapozó, „okos” módját követő rendszerben ekkor nagy számban jelennek meg a hosszú élettartamú dallamok a rokonsági rendszerek,

csillagképek megjelenésével egyidejűleg. A másik két görbe ugyanakkor messze elmarad ettől. Az egyforma valószínűséggel variáló rendszer átlagos élettartama (a görbe maximumának megfelelő T/K érték) meghaladja ugyan a véletlen pontthalmazét, de meg sem közelíti az „okosan” variálóét. A rokonságra épülő variálás hatékonysága a véletlen pontok között azért nem érvényesülhet, mert, mint láttuk az 5. ábrán, a véletlen rendszer rokonsági struktúrája ekkor még nem épült ki, hiszen még épp csak túl van az átmeneten.

A $p = 0,7$ -en felvett görbék csak megerősítik eddigi állításainkat. A gyimesi dallamok rokonok közt variáló rendszerében továbbra is sokkal több a hosszú ideig fennmaradó dallam, mint a másik kettőben. (Pedig már maga az emlékezési valószínűség is igen magas – $0,7$ – és ez akár dominálhatna is már, elnyomva a felidézés hatását.) A véletlen pontthalmaz viszont kissé fölébe kerekedik az egyforma valószínűséggel variáló gyimesinek. Ekkor ugyanis már a véletlen rendszerben is kialakultak a rokonsági struktúrák, így az „okosabb” variálási elv már érezhető hatását.

A fenti eredményeket összegezve már válaszolhatunk a bevezetőben feltett kérdéseinkre – a zenei rokonságra építő variálás valóban képes a zenei emlékezet hosszú időn keresztül való fenntartására, de csak a tényleges dallamokat, azok bonyolult rokonsági hálózatát tartalmazó népzenei rendszerben. A hosszútávú életfeltételei romlanak mind a struktúra, mind a variálási-felidézési elv feladásával, primitívebbre cserélésével.

Élő zenei rendszer

A bevezetésben azt a kérdést tettük fel, hogy alkalmas-e a variálás – mely Bartók szerint a sajátos népzenei struktúrák kialakulásának fő hajtóereje – a népzene hosszútávú emlékezetének biztosítására is? Ugyanott egy valós példa kapcsán utaltunk arra, hogyan képes elfeledett nótákat felidézni a szájhagyomány talaján álló népzeneész aktív dallamainak variálásával.

A példát általánosító szimulációs kísérletek igazolták, hogy a zenei rokonságra épülő variálás valóban azt eredményezi, hogy a soha le nem írt, nem kodifikált, mindig csak változataiban megjelenő népzenei rendszer képes sok nemzedéken át továbbítani az azzal élő nép zenei üzeneteit. Láttuk azt is, hogy a rokonságon alapuló variálási elv és a variánsok struktúrája mélyen összefüggenek – egyik a másik nélkül nem képes a hosszútávú emlékezetre.

A struktúra azonban összeomolhat, mint ahogy össze is omlott modernnek nevezett évszázadunkban. A városi ember fejében még itt-ott élő dallamok nem alkotnak rendszert, ezért a felejtés végzetesen kitörli őket emlékezetéből. A városi ember zenében már nem variál, legfeljebb idéz – ameddig el nem felejt a leckét. A helyzet azonban korántsem reménytelen, mert a struktúrák újraépülhetnek ma is, városban is. Az Óbudai Népzenei Iskolában hétről hétre tapasztalom, hogy a megismerés örömét éppen akkor érzik legerősebben a tanulók, ha egy adott zenei világ fokról fokra tárul fel előttük, ha minden új dallammal egy már meglévő zenei rendszer épül tovább. Ily módon talán eljuthatunk a népzene anyanyelvi szintű – tehát mindig csak a fontos zenei üzenetre összpontosító és azt változatok sokaságában megfogalmazni képes – birtokbavételéig.

Talán mindez általánosabban is értelmezhető, mint a zenetanulás. A pedagógia Karácsony Sándor által kidolgozott elvei között az egyik legfontosabb az, hogy a magyar nyelvben kimutatható mellérendelő gondolkodásmódnak minél tágabb teret kell biztosítani. Modellünkben éppen ezt az elvet követtük: a modell valamely új vagy újra értelmezendő dallam (gondolat) megközelítésében nem a részekre szedő analízis-szintézis lépcsőfokait járja be, ha-

nem az egész, oszthatatlan dallamokban (gondolatokban) rejlő rokonságot keresi. Mivel pedig a felidézési kísérletben az összes élő dallam részt vesz, még azt is kimondhatjuk, hogy a modell az ismeretlent azonnal egy egész zenei rendszer (világkép) részeként próbálja értelmezni. A kísérletek tanúsága szerint ez a gondolkodásmód a biztosítéka a lényeg hosszútávú fennmaradásának – igaz, nem az információhordozókon, hanem „csak” a fejekben.

Irodalom

- (1) BARTÓK Béla: *A magyar népdal*. Bp, 1924.
- DOBSZAY László – SZENDREI Janka: *A magyar népdaltípusok katalógusa I.* Bp, 1988.
- (2) GORDOS Géza – TAKÁCS György: *Digitális beszédfeldolgozás*. Műszaki Könyvkiadó, Bp, 1983.
- (3) HAYKIN, Simon.: *Adaptive Filter Theory*. Prentice-Hall, 1996.
- (4) JUHÁSZ Z.: *Az utolsó dudás. Pál István nógrádi pásztor zenei öröksége*. Bp, 1998.
- (5) JUHÁSZ Z.: *Gyimesi hangszeres dallamok vizsgálata egy matematikai modell alapján*. In: *A tűzcsiholó. Tanulmányok a 90 esztendő Lükő Gábor köszöntésére*. Bp, 1999.
- (6) KALLÓS Zoltán – MARTIN György: *Tegnap a Gyimesben jártam*. Európa, Bp, 1989.
- (7) KALLÓS Zoltán: *Balladák könyve*. Magyar Helikon 1974.
- (8) KODÁLY Zoltán: *A magyar népzene*. Bp, 1937.
- A Magyar Népzene Tára I-X.* Bp, 1951-1997.
- MURASE, H. – LINDENBAUM, M.: *Partial Eigenvalue Decomposition of Large Images Using Spatial Temporal Adaptive Method*. IEEE Trans. of Image Processing vol. 4. No. 5. May 1995.
- (9) OLSVAI Imre: *Magyar népzenei rendezőmunka 1975-ig*. In: *Ethnographia*. XC. 69-84. old.
- (10) SACHIRA, Darzágín – MILAN, Rusko: *Dynamic Programming Approach to Time Normalized Similarity Evaluation of Melodical Structures*. *Proc. of Meeting of the Study Group on Computer Aided Research in Musicology*. Dolná Krupá, 1997.
- (11) SZENDREI Janka: *Auf dem wege zu einer neuen Stilordnung der ungarischen Volksmusik*. In: *Studia Musicologica* XX. Bp, 1978., 361-379. old.

Juhász Zoltán